



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114810619 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 25

(21) 申请号 202210417604.0

F04D 29/046 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.20

F04D 29/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F04D 29/42 (2006.01)

申请公布号 CN 114810619 A

F04D 29/58 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.07.29

(56) 对比文件

(73) 专利权人 杭州浙富核电设备有限公司

CN 104329260 A, 2015.02.04

地址 311500 浙江省杭州市桐庐县富春江

CN 208870794 U, 2019.05.17

镇红旗南路99号

CN 213574774 U, 2021.06.29

CN 218509732 U, 2023.02.21

(72) 发明人 方静辉 苏文才 董文心

审查员 舒红宁

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公

司 33109

专利代理师 樊铮

(51) Int. Cl.

F04D 13/08 (2006.01)

F04D 29/044 (2006.01)

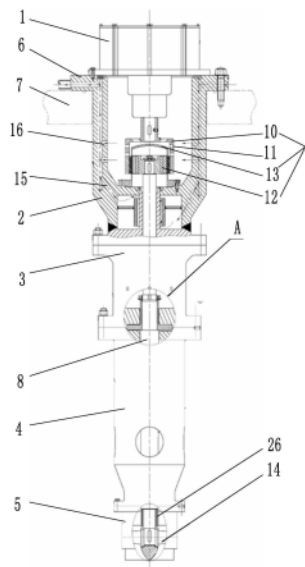
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种立式浸没式液态金属磁力泵

(57) 摘要

本发明公开了一种立式浸没式液态金属磁力泵,包括从上到下依次设置的电机、泵盖、上泵体、下泵体和导流环,电机的下端连接设有泵轴,泵轴的下端伸入到导流环内,导流环内设有与泵轴连接的叶轮,泵盖内设有冷却回路,上泵体和下泵体之间设有对应泵轴的上轴承组件,导流环内设有对应泵轴的下轴承组件,上轴承组件包括由导轴承结构和推力轴承结构一体形成的组合轴承结构,上泵体和下泵体之间设有对应组合轴承结构的安装腔,安装腔内设有对应推力轴承结构的供液槽。本发明的好处是消除配置辅助润滑系统的需求,降低系统损坏和成本,能够更好的适用于径向尺寸小,结构要求紧凑的小型系统安装场合。



1. 一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,包括从上到下依次设置的电机、泵盖、上泵体、下泵体和导流环,电机的下端连接设有泵轴,泵轴的下端伸入到导流环内,导流环内设有与泵轴连接的叶轮,泵盖内设有冷却回路,上泵体和下泵体之间设有对应泵轴的上轴承组件,导流环内设有对应泵轴的下轴承组件,上轴承组件包括由导轴承结构和推力轴承结构一体形成的组合轴承结构,上泵体和下泵体之间设有对应组合轴承结构的安装腔,安装腔内设有对应推力轴承结构的供液槽,上轴承组件设置在工作液位以下。

2. 根据权利要求1所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述安装腔的形状为轴向截面形状呈倒“T”形的阶梯圆柱孔,推力轴承结构的两侧分别对应上泵体的底侧和下泵体的上侧。

3. 根据权利要求1所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述电机与泵轴通过磁性联轴器相连;磁性联轴器包括外磁体和位于外磁体内腔中的内磁体,外磁体和内磁体之间设有屏蔽罩,外磁体与电机的电机轴固定连接,内磁体与泵轴上端固定连接,屏蔽罩固定设置在泵盖的底面上。

4. 根据权利要求3所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述冷却回路包括对应泵盖壁面下端内部的第一冷却回路和对应磁性联轴器的第二冷却回路,磁性联轴器的外磁体上设有若干个对应第二冷却回路的导风槽。

5. 根据权利要求1所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述组合轴承结构采用硬质合金衬套,硬质合金衬套的表面设有堆焊层。

6. 根据权利要求5所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述泵轴上设有对应组合轴承结构的轴肩和锁紧件,组合轴承结构的上下两端分别抵接锁紧件和泵轴的轴肩。

7. 根据权利要求6所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述锁紧件包括固定在泵轴上的固定螺母,固定螺母和导轴承结构之间设有止动垫圈。

8. 根据权利要求1或4所述的一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,所述泵盖采用下沉式结构,泵盖上端设有连接法兰,连接法兰下侧支撑设有安装平台,泵盖下端伸入到安装平台的下方。

## 一种立式浸没式液态金属磁力泵

### 技术领域

[0001] 本申请涉及立式磁力泵技术领域,尤其涉及一种立式浸没式液态金属磁力泵。

### 背景技术

[0002] 目前,常用磁力泵输送280~550℃范围内的液态金属,传统结构组成一般为电机、联轴器、动密封、检修静密封、转动部件、水力部件、支撑部件等。转子支撑设计为上下两导轴承支撑的结构,下部轴承通常整体浸没于高温液态金属中,常用液态金属润滑的静压或动压滑动轴承。例如,中国专利文献中,专利号为CN2020100118742于2020年4月21日公开的一种磁力泵轴承箱结构,该申请包括:轴承箱体、第一滚动轴承、外磁转子、第二滚动轴承、驱动轴和驱动轴挡板,第一滚动轴承和第二滚动轴承固定安装在轴承箱体两端,第一滚动轴承和第二滚动轴承套设在驱动轴上,第一滚动轴承上方的轴承箱体上设置有第一水平回油槽、下方的轴承箱体上设置有第二水平回油槽,第二滚动轴承上方的轴承箱体上设置有第三水平回油槽、下方的轴承箱体上设置有第四水平回油槽,外磁转子套设在驱动轴一端,第一滚动轴承的内环套设在外磁转子的端部上,驱动轴挡板通过紧固螺钉将外磁转子固定安装在驱动轴上。现有技术中的不足之处在于,上部轴承一般设置在液位以上,无法利用液态金属进行润滑。如采用磁力泵型式,则必须为上部轴承额外添加润滑介质,进而存在该润滑介质泄漏进入堆芯的风险。

### 发明内容

[0003] 基于现有技术中上述不足,本发明提供了一种立式浸没式液态金属磁力泵,上部轴承位于液位下方,消除配置辅助润滑系统的需求,降低系统损坏和成本,能够更好的适用于径向尺寸小,结构要求紧凑的小型系统安装场合。

[0004] 本发明的另一个目的是,采用磁性联轴器连接电机和泵轴,将复杂的动密封改为了可靠的静密封,降低了液态金属泄漏的风险,可靠性大幅度提升。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明采用以下技术方案。

[0006] 一种立式浸没式液态金属磁力泵,其特征是,包括从上到下依次设置的电机、泵盖、上泵体、下泵体和导流环,电机的下端连接设有泵轴,泵轴的下端伸入到导流环内,导流环内设有与泵轴连接的叶轮,泵盖内设有冷却回路,上泵体和下泵体之间设有对应泵轴的上轴承组件,导流环内设有对应泵轴的下轴承组件,上轴承组件包括由导轴承结构和推力轴承结构一体形成的组合轴承结构,上泵体和下泵体之间设有对应组合轴承结构的安装腔,安装腔内设有对应推力轴承结构的供液槽。

[0007] 与上部轴承采用滚动轴承的传统立式泵相比,本申请的泵轴采用上轴承组件和下轴承组件对应的支撑结构,液位以上取消了传统的滚动轴承,两轴承均在工作液位以下,完全浸没在液态金属中,上部轴承采用推力轴承与径向轴承相结合的组合结构轴承。轴承间产生动压润滑效应来支撑轴系,可在高低温下运行,无需补充润滑介质,完全满足反应堆安全性要求;同时,消除配置辅助润滑系统的需求,降低系统损耗和辅助系统维修更换成本,

提高系统寿命和可靠性;具有更强的尺寸适用性,可以更好的适用于径向尺寸小,结构要求紧凑的小型系统安装场合。

[0008] 作为优选,安装腔的形状为轴向截面形状呈倒“T”形的阶梯圆柱孔,推力轴承结构的两侧分别对应上泵体的底侧和下泵体的上侧。安装腔的阶梯壁面分别对应导轴承结构的外周侧壁和推力轴承结构的上下两端面,起到可靠的轴向支撑和径向支撑,传动可靠。

[0009] 作为优选,电机与泵轴通过磁性联轴器相连;磁性联轴器包括外磁体和位于外磁体内腔中的内磁体,外磁体和内磁体之间设有屏蔽罩,外磁体与电机的电机轴固定连接,内磁体与泵轴上端固定连接,屏蔽罩固定设置在泵盖的底面上。电机与泵轴通过磁性联轴器连接,将复杂的动密封改为了可靠的静密封,降低了液态金属泄漏的风险,可靠性大幅度提升。

[0010] 作为优选,冷却回路包括对应泵盖壁面下端内部的第一冷却回路和对应磁性联轴器的第二冷却回路,磁性联轴器的外磁体上设有若干个对应第二冷却回路的导风槽。起到对泵盖和磁性联轴器的可靠的冷却作用,导风槽的设置使得第二冷却回路的冷却介质能够进入到外磁体内,对屏蔽罩实现强迫风冷冷却,保证冷却效率。

[0011] 作为优选,组合轴承结构采用硬质合金衬套,硬质合金衬套的表面设有堆焊层。组合轴承结构可以采用堆焊或喷涂硬质合金的方式制成,也可以采用硬质合金整体铸造的方式成型,本申请硬质合金整体铸造成型后,进一步设置堆焊层,提高衬套表面的耐磨损和耐腐蚀性能,强度高,能够保证其具有的支撑和转动限位作用。

[0012] 作为优选,泵轴上设有对应组合轴承结构的轴肩和锁紧件,组合轴承结构的上下两端分别抵接锁紧件和泵轴的轴肩。实现对组合轴承结构的轴向锁紧。

[0013] 作为优选,锁紧件包括固定在泵轴上的固定螺母,固定螺母和导轴承结构之间设有止动垫圈。作为优选,泵盖采用下沉式结构,泵盖上端设有连接法兰,连接法兰下侧支撑设有安装平台,泵盖下端伸入到安装平台的下方。泵盖采用下沉式结构,减小了上部轴伸段的长度,提高了轴系的稳定性。

[0014] 本发明具有如下有益效果:消除配置辅助润滑系统的需求,降低系统损坏和成本;能够更好的适用于径向尺寸小,结构要求紧凑的小型系统安装场合;采用磁性联轴器连接电机和泵轴,将复杂的动密封改为了可靠的静密封,降低了液态金属泄漏的风险,可靠性大幅度提升。

## 附图说明

[0015] 图1是本发明的结构示意图。

[0016] 图2是图1中A处的放大示意图。

[0017] 图中:电机1 泵盖2 上泵体3 下泵体4 导流环5 连接法兰6 安装平台7 泵轴8 磁性联轴器9 外磁体10 导风槽11 内磁体12 屏蔽罩13 叶轮14 第一冷却回路15 第二冷却回路16 上轴承组件17 导轴承结构18 推力轴承结构19 堆焊层20 轴肩21 固定螺母22 止动垫圈23 安装腔24 供液槽25 下轴承组件26。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行进一步的阐述。

[0019] 实施例1,

[0020] 如图1到图2所示,一种立式浸没式液态金属磁力泵,包括从上到下依次设置的电机1、泵盖2、上泵体3、下泵体4和导流环5,泵盖2采用下沉式结构,泵盖2上端设有连接法兰6,连接法兰6下侧通过螺钉固定支撑于安装平台7,泵盖2下端伸出到安装平台7的下方,形成下沉结构。电机1的壳体通过螺栓直接固定在泵盖2上端的法兰面上。电机1的下端连接设有泵轴8,电机1与泵轴8通过磁性联轴器9相连;磁性联轴器9包括外磁体10和位于外磁体10内腔中的内磁体12,外磁体10和内磁体12之间设有屏蔽罩13,外磁体10与电机1的电机1轴固定连接,内磁体12与泵轴8上端固定连接,屏蔽罩13固定设置在泵盖2的底面上。泵轴8的下端伸入到导流环5内,导流环5内设有与泵轴8连接的叶轮14,泵盖2内设有冷却回路,冷却回路包括对应泵盖2壁面下端内部的第一冷却回路15和对应磁性联轴器9的第二冷却回路16,磁性联轴器9的外磁体10上设有若干个对应第二冷却回路16的导风槽11。上泵体3和下泵体4之间设有对应泵轴8的上轴承组件17,导流环5内设有对应泵轴8的下轴承组件26,上轴承组件17包括由导轴承结构18和推力轴承结构19一体形成的组合轴承结构,组合轴承结构采用硬质合金衬套,硬质合金衬套对应的摩擦副表面设有堆焊层20。泵轴8上设有对应组合轴承结构的轴肩21和锁紧件,组合轴承结构的上下两端分别抵接锁紧件和泵轴8的轴肩21。锁紧件包括螺纹固定在泵轴8上的固定螺母22,固定螺母22和导轴承结构18之间设有止动垫圈23。泵体和下泵体4之间设有对应组合轴承结构的安装腔24,安装腔24的形状为轴向截面形状呈倒“T”形的阶梯圆柱孔,导轴承结构18的上端伸出安装腔24并伸入到上泵体3内。推力轴承结构19的两侧分别对应上泵体3的底侧和下泵体4的上侧。安装腔24内设有对应推力轴承结构19的供液槽25。供液槽25对应推力轴承结构19的侧面和上下两端面设置。本实施例中,下轴承组件26为单个零件,采用固定在泵轴8上的硬质合金制成的圆环衬套。上泵体3和下泵体4内分别设有对应泵轴8间隙配合的通孔。

[0021] 本申请泵轴8支撑采用上下两导轴承支撑结构,液位以上取消了传统的滚动轴承,两轴承均在工作液位以下,完全浸没在液态金属中,轴承摩擦副可采用硬质合金堆焊、喷涂或者由硬质合金整体铸造而成。上轴承结构采用推力轴承与径向轴承相结合的组合轴承结构。轴承间产生动压润滑效应来支撑轴系。

[0022] 电机1部分结构及电机1轴下沉至泵盖2腔体内通过磁性联轴器9与泵轴8连接,电机1直接座在下沉式泵盖2上法兰面;磁性联轴器9的屏蔽罩13座在泵盖2下沉的法兰面上,利用静密封结构保证内外腔完全分隔;泵盖2结构拥有两路冷却回路,一路冷却外腔的磁性联轴器9等部件,另一路冷却泵盖2以下结构,加强热屏蔽作用;泵盖2下方结构采用多级分段形式连接,依次为上泵体3(含上轴承组件17)、下泵体4、导流环5(含下轴承组件26)及叶轮14;为满足系统热屏蔽要求,在上泵体3内可设置隔热板等结构。为减小上部轴系振动加强轴系的稳定性,减小液位以上主轴的悬臂距离,泵盖2采用下沉式结构,配合下沉至泵盖2内的磁性联轴器9及部分电机1结构驱动主轴的运行及稳定轴系。泵盖2采用深孔加工型式,在基体打孔构造出的两路冷却回路,可保证泵盖2以下高密封性,同时分别冷却泵盖2以下结构及磁性联轴器9侧。

[0023] 与上部轴承采用滚动轴承、密封选用机械密封所代表的传统立式泵相比,下沉式液态金属磁力泵具有以下优点:

[0024] 1)、无辅助系统、高可靠性:可在高低温下运行,无需补充润滑介质,完全满足反应

堆安全性要求。同时,消除配置辅助润滑系统的需求,降低系统损耗和辅助系统维修更换成本,提高系统寿命和可靠性;

[0025] 2)、无泄漏风险、高风险可控性:选用磁性联轴器9及屏蔽罩13,将复杂的动密封改为了可靠的静密封,降低了液态金属泄漏的风险,可靠性大幅度提升;

[0026] 3)、更强的尺寸适用性:可以更好的适用于径向尺寸小,结构要求紧凑的小型系统安装场合。

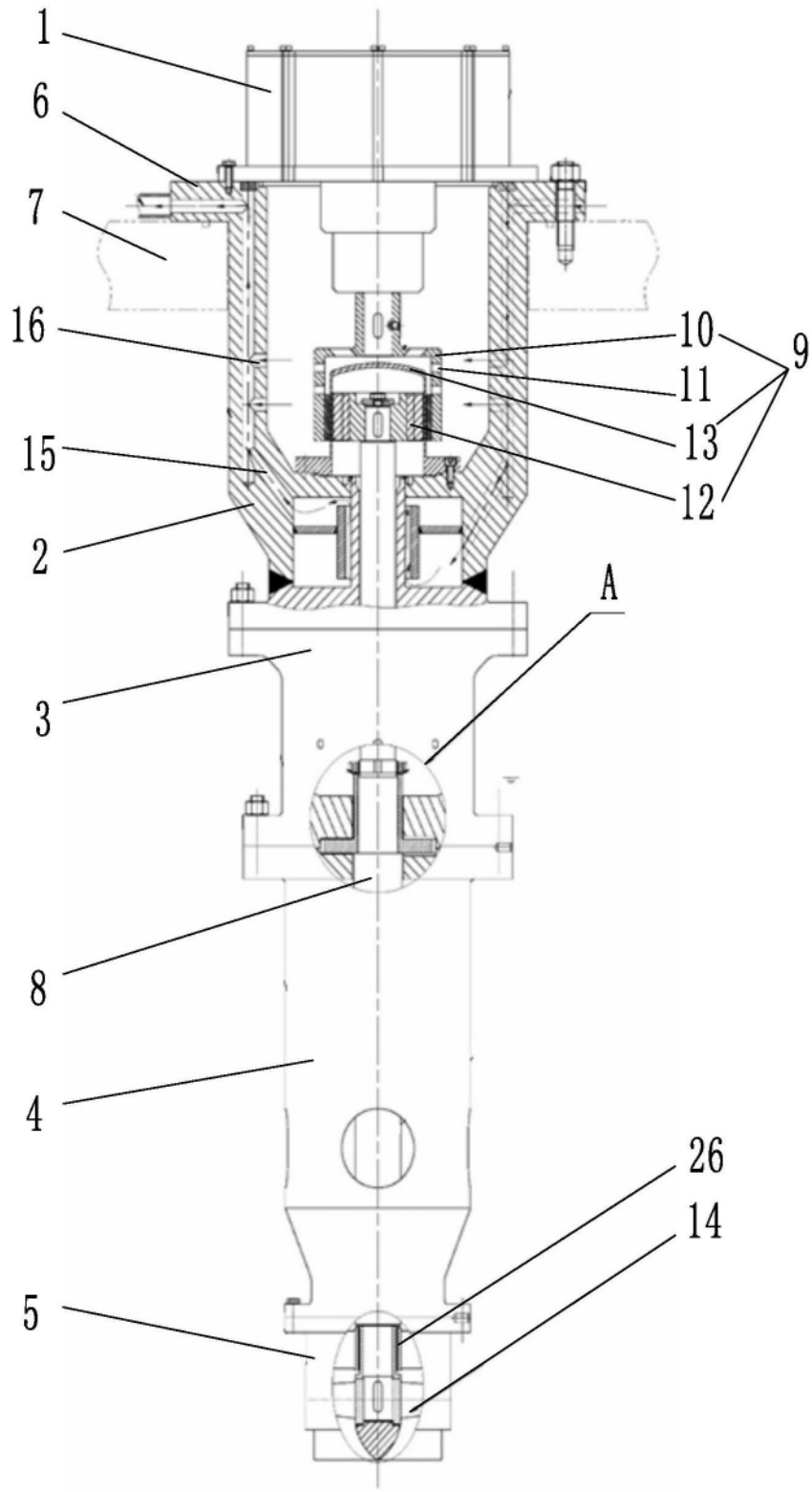


图1

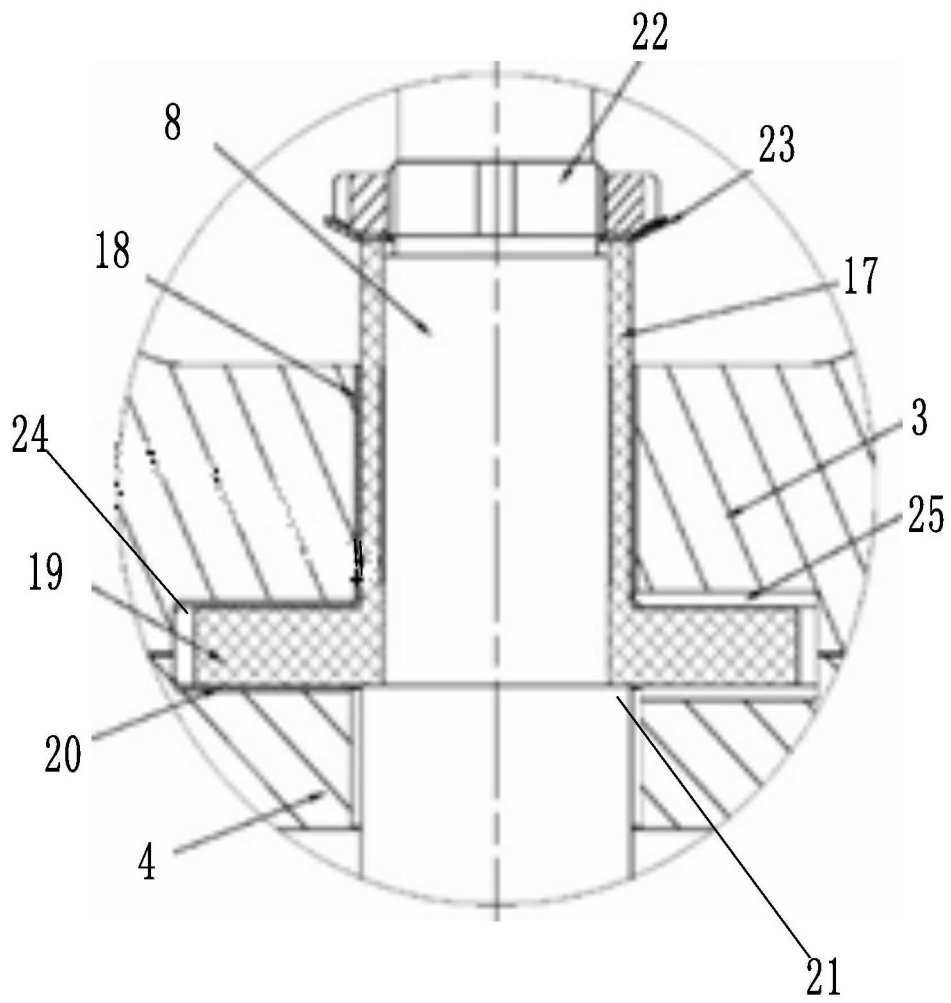


图2